

# 渭北旱作节水农业的新技术

邓西平

(中国科学院水利部水土保持研究所 陕西杨陵 712100)

**摘要** 在分析渭北旱作农业粮食生产历史和现状的基础上,提出了进一步开发粮食生产潜力的抗旱节水新技术,并对抗旱保苗、覆盖栽培、有限灌溉、膜上灌溉和化学节水等这些新技术的抗旱节水原理和效果进行了评述。

**关键词** 渭北 节水 新技术

## New Technique on the Water Saving Agriculture in Dryland of the Weibei Areas

Deng Xiping

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and the Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

**Abstract** Based on the analysis of the recent and past grain production in dryland farming of Weibei areas, the new techniques on the water saving and drought resistance to improve grain productivity were presented. The principle and yield improving results of those new approaches, involving the improvement of drought resistance for seedling establishment, mulch cultivation, irrigation on the mulch of plastic film and water saving by chemicals, were reviewed.

**Key words** Weibei areas water saving new techniques

渭北地区包括25个县市,位于黄土高原腹地,黄土深厚、疏松,农业生产历史悠久。总土地面积约338万 $\text{km}^2$ , 占全省总面积的11.2%,耕地100万 $\text{hm}^2$ , 占全省耕地的26.8%。渭北土地资源丰富,土层深厚,耕性良好,地形有明显的塬台平地 and 沟谷坡地,塬面宽平,耕作条件良好,年平均降水量550mm,是陕西粮食生产潜力最大的地区,同时也是多种经营和农业综合发展的基地。建国以来粮食产量在传统农业的基础上有所提高,依靠农田自身的物质循环,长期维持一定的粮食产出,为社会发展提供了食物基础。70年代以后,随着化肥的大量使用、作物布局的调整、高产品种的推广和栽培技术的改进,粮食产量不断提高,1996年达到单产2730 $\text{kg}/\text{hm}^2$ 的水平。据中国科学院水土保持研究所在长武王东沟试验示范区的研究,通过施肥、引种、栽培等方面的

综合措施, 1986~ 1995 年 10 年间粮食平均单产达到  $5\ 880\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , 比该县同期粮食单产提高 50%<sup>[7]</sup>。这些典型试验示范的结果使人们认识到, 渭北地区拥有的自然条件, 有可能获得更高的粮食生产力。然而, 干旱缺水是渭北粮食潜力开发的“瓶颈”。渭北地区地表水多年平均径流量约 20.64 亿  $\text{m}^3$ , 可利用水资源(含地下水)仅 15.2 亿  $\text{m}^3$ , 耕地  $1\ \text{hm}^2$  平均  $1\ 515\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 。目前, 该地区粮食平均单产仅  $2\ 700\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , 进一步提高粮食产量的主要限制因子是水分不足。以有限水的高效利用为核心, 大力推广旱作节水农业新技术, 使渭北粮食潜力开发的根本途径。就适用于渭北地区旱作节水农业新技术的主要内容加以论述。

## 1 抗旱保苗技术

在渭北的广大地区, 由于干旱频繁、降雨多变, 抗旱保苗技术就成了作物丰产的第一个关键环节。根据作物生长发育规律和当地气候条件, 选择适宜的播种时期是保证全苗、壮苗的关键环节之一。播前种子处理是保证全苗、壮苗的重要措施, 种子经精选后, 晒种 2~ 3 d, 然后用清水、盐水、石灰水或温汤浸种等方法可提高种子质量。用农药拌种、闷种, 还可防治病虫害的发生。在化学药剂处理种子方面, 如氯化钙、硫酸镁、2, 4-D、赤霉素、聚乙二醇、甘露醇、乙醇、丙酮、二氯甲烷、腐植酸、黄腐酸、琥珀酸、大蒜素等处理种子, 可显著改善旱地作物成苗。近年来采用种子包衣和旱地作物保水剂拌种技术在改善播种质量、促进抗旱成苗、提高成苗数等方面也有明显的效果<sup>[4]</sup>。在播种技术方面, 应提倡耧播、沟播、机播和垄作等技术, 改传统的不耙耱或迟耙耱为播后及时耙耱, 耙细耙平耙匀, 消灭播种沟和浮种, 耙碎土块, 上虚下实, 以利于出苗。播期遇旱时应碾压保墒, 播后遇雨应耙耱破除板结, 以提高出苗率<sup>[3]</sup>。

## 2 覆盖栽培技术

在旱农地区农田覆盖的首要作用是蓄保降水, 可明显降低农田的裸露蒸发。同时, 地表覆盖对农田土壤温度昼夜变化和季节变化也有重要影响, 地表覆盖在促进种子的发芽出苗、根系生长发育、抑制杂草生长、稳定和改良土壤结构、改善土壤微生物活动、增强对土壤养分的吸收、提高粮食产量等方面具有显著作用。在渭北北部一些无霜期较短, 原来不适合种植生育期较长的高产玉米品种的地区, 近年来, 随着超薄农膜的推广和中晚熟高产玉米品种的应用, 大大提高了这一地区的粮食产量。另外, 在应用地膜覆盖时还应注意采取适宜措施清除田间残膜, 有效防止病虫害和杂草的危害。

黄土有较好的蓄水和供水性能。以 2 m 土层计算, 最高蓄水量可达 400~ 500 mm, 若以 3 m 土层计算, 可达 700~ 800 mm。从理论上讲, 本地区全部年降水可储存到土壤中, 并通过较深层土壤储水, 对旱月、旱季、旱年的作物供水进行调节。然而, 由于大气降水是该地区旱地土壤水分的主要来源, 加之降雨稀少, 且雨季多集中在 7~ 9 月间, 小麦、豆类作物收获后的农田休闲期正是该地区降雨高峰期, 是土壤水分的补偿期, 同时又是气温较高、土面蒸发最强烈时期, 当小麦或者豆类作物收获之后立即进行地面覆盖处理, 78 d 后, 覆盖处理较裸地对照的 2 m 层内土壤储水增加了 66 mm, 分别占同期降雨量(245.9 mm)的 76% 和 47.5%<sup>[1]</sup>。

打破常规的覆盖做法, 在夏粮作物收获后抓住土壤补水的关键时机, 对休闲地采取有效的覆盖措施, 可以收到显著的抑制土面蒸发的效果。因此, 渭北降雨季节休闲裸地(或者秋粮作物行间)的覆盖措施, 对于解决来年春季的干旱成苗问题和提高产量具有重要作用。

### 3 有限灌溉技术

宝鸡峡等大型引水和蓄水灌区的建成虽已使渭北部分县市受益,但从整个地区来看,近期内扩大灌溉面积主要靠东雷二期抽黄工程、适度发展井灌以及进行补充灌溉。渭北地区雨量分布西部多于东部,变动范围在 530~640 mm 之间,多数地方属于半湿润偏旱地区。在这种降雨条件下,根据已有的研究结果和实践经验,我们认为渭北农业灌溉的发展方向,不是一般强调的节水灌溉,而应强调有限灌溉。近年来,发展以集蓄降水集中季节的雨水,在作物需水关键期进行灌溉的有限补充灌溉技术受到人们重视,降水利用效率大大提高,被认为是解决水土流失和提高旱作生产力的一个结合点<sup>[2]</sup>。作物灌溉供水,一般包括播前灌溉、季节灌溉和作物关键需水期灌溉<sup>[6]</sup>。其中旱地作物关键生育期的补充灌溉节水增产更为明显。作物产量和水分利用效率的高低与诸多因素有关。从作物方面讲,首先与作物的遗传特性和不同生育阶段对水分亏缺的敏感性有关。研究表明,玉米水分利用效率高于小麦,但不同小麦品种间存在着水分利用效率的遗传差异。高粱的关键需水期为开花初期,棉花的需水关键期为盛花期,而大豆在生殖生长阶段对水分变化最为敏感,此时补充灌溉明显增加了产量和水分利用效率<sup>[8]</sup>。不同作物和同一作物不同生育阶段的需水特性不同,对水分亏缺和复水过程的适应与调节能力也有差别,前期不同程度的缺水和其复水后的节水增产效果之间存在着明显的生理遗传差异。近年来,我们的研究表明,春小麦等作物在拔节期补充 40 m<sup>3</sup> 有限水量,能使作物产生生理上的补偿效应,使作物产量、水分利用效率和灌水效率均得到大幅度提高<sup>[5]</sup>。上述结果对渭北粮食潜力开发无疑具有重要的启示,并在节水增产的农业实践中有很大的应用价值。

### 4 膜上灌水技术

膜上灌水是在传统地面沟畦灌的基础上,将垄背地膜覆盖改为沟畦中铺膜,灌溉水在膜上流动,通过地膜上流动,经地膜上的渗水孔或放苗孔渗透到作物根部附近的土壤中。膜上灌技术可显著节约灌水时间,降低灌水量,并能提高灌水均匀度。膜上灌水之后,由于有地膜覆盖,裸地蒸发明显降低,灌水效率显著提高<sup>[6]</sup>。有资料表明,膜上灌比普通灌溉可减少灌溉定额 20% 以上,高者可达 60%~70%。棉花、玉米、啤酒花和甜菜的实验结果表明,增产幅度分别达到 19%、30%、36.4% 和 43%。膜上灌技术的节水增产机理可归纳如下:首先,由于地膜的增温保墒效应,可显著提高作物成苗率,加快了前期的生长发育;其次,减少了裸露无效水分的蒸发,灌水后保墒效果良好,同时为作物生长发育提供了良好的水、肥、气、热小环境;第三,由于灌水量的减少,有效地防止了灌溉水的深层渗漏,同时水分在土体中的分布与作物水分、营养吸收的主根系的分布相吻合,缩短了根系输送水分、养分的距离,提高了水肥利用效率。膜上灌技术为作物的有限灌溉与覆盖栽培的结合找到了一条行之有效的途径,并将成为渭北粮食潜力开发的关键技术之一。

### 5 化学节水技术

目前人们已发现对提高作物抗旱性和产量有作用的化学物质数百种之多,按其化学组成和生物活性可分为 植物生长调节剂类:包括 ABA (脱落酸)、CCC (矮壮素)、抗赤霉素、多效唑、整形素等。它们的主要功能是关闭气孔、减少蒸腾失水和增强根系吸水,调节作物水分平衡。由于对作物地上部分生长的抑制,减少了土壤水分的过量消耗,能够减缓作物生育后期因土壤水分亏缺对产量造成的影响。 无机化合物类:矿质元素不仅作为营养物质发挥作用,而且还具有调节

作物水分利用和增强作物抗旱性的作用。Ca 能够增加作物的束缚水含量, 提高原生质体的稳定性和原生质的抗脱水性。K 能够抑制气孔运动, 在干旱条件下降低蒸腾强度, 使作物免遭更为严重的水分胁迫。P 可以促进根系扩展, 从而利用到更多的土壤深层储水。有机小分子类: 如二硝基酚、甲草胺、地衣酸、水杨嗪酚、腐植酸类、藻酸、多聚丙烯酸等喷施后都具有短时间关闭气孔、减少蒸腾的效果。有机高分子类: 多数作为薄膜型抗蒸腾剂和保水剂来使用。例如, 高吸水性树脂施于土壤后能够减少坡地径流, 降低土面蒸发, 改善土壤透气性、透水性和稳定地温, 起到抗旱增产作用。保水剂对增产也有良好的效果<sup>[4]</sup>。保水剂处理的种子能在其外围形成一层包膜, 播种之后, 种子外层的保水剂能够快速吸收土壤水分, 在种子周围形成相当体积的水分粘液团。水分粘液团的形成, 不仅改善了种子萌发时的水分条件, 而且增大了种子与土壤的接触面积, 降低了种子与土壤界面之间的水分传导阻力, 促进种子萌发, 改善了出土时的土壤微环境, 对种子萌发和成苗有显著的促进作用。

在原状土中, 随着土壤水分条件的恶化, 其机械阻力明显增大, 土壤强度也同步增强。而保水剂则具有吸水迅速失水缓慢的特性, 当被穴施到作物地下收获器官即将膨大的部分或者果树的根部土壤及被混施到苗床和树木扦插的基质中时, 在土壤肥力良好的耕作层中, 由于作物根系周围水分的增加, 显著降低了地下收获器官膨大过程或者根系伸展过程的土壤机械阻力。同时, 水分的增加活化了耕层的土壤养分, 促进根系对水分和养分的吸收, 能显著提高水肥利用效率。保水剂的作用功能, 一般可以维持两年以上。随着施用时间的延长, 可被土壤微生物逐步完全降解。由于保水剂是带有亲水基团的有机大分子聚合物, 因此, 被土壤微生物分解之后, 不会对土壤造成残留污染。

水资源短缺是影响我国北方农业生产的主要障碍, 化学节水技术有可能为克服这一障碍开辟新途径。使用保水剂进行种子处理之后, 一般能促进小麦、糜谷、豆类作物以及牧草等提早 1~3 d 出苗, 并且苗齐苗壮。在辣椒、甘薯、烤烟以及树苗移栽过程中的蘸根处理效果显示, 能够普遍提高成活率, 减缓甚至不出现缓苗现象。在烟草、蔬菜育苗和苗木扦插的苗床混施以及人工种草沟施保水剂后, 能够在一定时期内维持一个局部稳定的土壤水分条件, 促进种子的出土成苗和扦插苗木的生根发芽。对马铃薯、甘薯、洋葱等这类块茎、块根和鳞茎作物的穴施效果表明, 由于保水剂改善了土壤的局部墒情, 降低了地下收获器官生长的机械阻力, 加速了果实的膨大, 增产效果非常显著。对果树进行穴施, 还能提高水肥利用效率, 改善果品质量。

#### 参考文献

- 1 山仑, 陈培元主编 旱地农业生理生态基础 北京: 科学出版社, 1998, 381~ 401
- 2 山仑, 徐萌 节水农业及其生理生态基础 北京: 应用生态学报, 1991, 2(1): 70~ 76
- 3 王维敏主编 中国北方旱地农业技术 北京: 农业出版社, 1994, 59~ 80
- 4 邓西平 提高植物在干旱条件下成苗途径的研究 干旱地区农业研究, 1990, 1: 90~ 98
- 5 邓西平等 旱地春小麦对有限灌水高效利用 干旱地区农业研究, 1995, 13(3): 42~ 46
- 6 沈荣开等 作物水分生产函数与农田非充分灌溉研究述评 水科学进展, 1995, 6: 248~ 234
- 7 陕西省农业厅编 97 陕西农业发展报告 西安: 陕西人民出版社, 1997
- 8 黄占斌等 雨水集流与水土保持和农业的持续发展 水土保持通报, 1997, 1: 54~ 57